

Gebaute Nockenwelle aus einem Wellenrohr und aufgeschobenen Elementen

Patent number: DE8626272U
Publication date: 2000-08-17
Inventor:
Applicant: EMITEC EMISSIONSTECHNIK (DE)
Classification:
- **International:** B23P13/00; F16H53/02; F01L1/04
- **European:** B21D53/84A; F01L1/047; F16H53/02B
Application number: DE19860026272U; 19861001
Priority number(s): DE19860026272U; 19861001

[Report a data error here](#)

Abstract not available for DE8626272U

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Gebrauchsmusterschrift**
10 **DE 86 26 272 U 1**

51 Int. Cl. 7:
B 23 P 13/00
F 16 H 53/02
// F 01 L 1/04

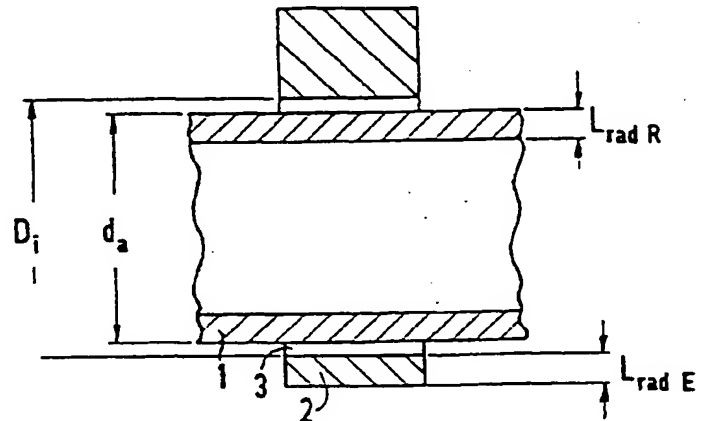
21	Aktenzeichen:	G 86 26 272.6
22	Anmeldetag:	1. 10. 1986
47	Eintragungstag:	17. 8. 2000
43	Bekanntmachung im Patentblatt:	21. 9. 2000

- 73 Inhaber:
Emitec Gesellschaft für Emissionstechnologie
mbH, 53797 Lohmar, DE
- 74 Vertreter:
Bonnekamp, H., Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing.
Dr.-Ing., Pat.-Anw., 40476 Düsseldorf

DE 86 26 272 U 1

54 Gebaute Nockenwelle aus einem Wellenrohr und aufgeschobenen Elementen

- 57 Gebaute Nockenwelle oder dergleichen aus einem Wellenrohr und aufgeschobenen Elementen wie Steuernocken, Lagerringen, Zahn- oder Kegelrädern, hergestellt mittels einer Aufweitung des Wellenrohres im Bereich der Elemente, dadurch gekennzeichnet, daß das Material des einem Element zugeordneten Längsabschnittes des Wellenrohres insgesamt plastisch umgeformt ist, während das Material des jeweiligen Elements in der Randschicht überwiegend elastisch verformt ist.



DE 86 26 272 U 1

25.05.00

Gebaute Nockenwelle aus einem Wellenrohr und aufgeschobenen Elementen

BESCHREIBUNG

5

Die vorliegende Erfindung betrifft eine gebaute Nockenwelle oder dergleichen aus einem Wellenrohr und aufgeschobenen Elementen. Bei den genannten aufgeschobenen Elementen kann es sich um Steuernocken, Lagerringe und
10 Zahn- oder Kegelräder handeln, die drehfest und winkelgenau mit dem Wellenrohr verbunden sein müssen.

15

Es sind gebaute Nockenwellen bekannt, bei denen fertigbearbeitete Nocken und Lagerringe nach thermischen Verfahren auf ein Wellenrohr aufgeschumpft werden (DE-OS 33 01 749). Hierbei ist die Werkstoffwahl der Elemente dadurch beschränkt, daß für die Schrumpfverfahren bestimmte spezifische Wärmedehnungswerte der Werkstoffe erforderlich sind, um die erforderlichen Passungen herzustellen. Um eine ausreichende Spannung zwischen Wellenrohr und Elementen zur drehfesten Verbindung sicherzustellen, sind
20 auch an den Wellenwerkstoff bestimmte erhöhte Anforderungen an Festigkeit und Oberflächenhärte zu stellen. Das Fügen des Wellenrohres und der Elemente ist aufgrund der erforderlichen Temperaturbehandlung langwierig und aufwendig. Durch die Temperaturerhöhung beim Fügen ist ein Härteverlust der Elemente unvermeidlich.

25

Es sind weiterhin Nockenwellen bekannt, bei denen einzelne Nocken formschlüssig auf Profilstäbe aufgeschoben und beispielsweise durch Schrumpfen, Frosten, Löten, Schweißen oder Verkleben mit diesen verbunden werden (DE-OS 23 36 241, DE-GM 79 20 957). Gegenüber üblichen
30 Nockenwellen lassen sich hiermit keine Gewichtsvorteile erzielen, ein Ändern oder Anpassen der Winkellage der Nocken bedingt eine völlige Umgestaltung der Bauteile.

35

Es ist weiterhin bekannt, eine Nockenwelle, bestehend aus einer Hohlwelle und aus mit Längs- oder Umfangsnuten versehenen Lagersitzen und Nocken, dadurch zu verbinden, daß das Wellenrohr abschnittsweise mittels Innendruck aufgeweitet und in die Nuten eingepreßt wird (DE-PS 25 46 B02). Hierbei sind auch die Nocken mit gleichmäßiger Wandstärke rohrartig ausgebildet, so daß

DE 25 272 11

ein umlaufender Sitz auf der Welle unmöglich ist und somit die Festigkeit der Nocken nicht als gewährleistet erscheint.

5 Letztendlich ist es bekannt, innenrunde Nocken und Lagersitze auf einem Wellenrohr rein kraftschlüssig festzulegen, indem das Wellenrohr über seiner ganzen Länge durch Innendruck aufgeweitet wird, wobei zur Aufrechterhaltung des Preßsitzes angesichts des dünnwandigen Rohres das Rohr mit einer Kunststoffmasse verfüllt werden muß (DE-PS 32 27 693). Ohne diese Zusatzmaßnahme ist es bisher nicht möglich gewesen, einen sicheren
10 drehmomentbelastbaren Festsitz zu erzeugen. Das Aufweiten über die gesamte Länge beinhaltet die Gefahr von Ausbauchungen in den Bereichen zwischen den Nocken, wobei an den Stirnflächen der Nocken eine Kerbwirkung entstehen kann, die die Wellenfestigkeit herabsetzt.

15 Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine gebaute Welle bereitzustellen, die nach einem einfachen und billigen Herstellverfahren erzeugt werden kann und bei der eine hohe Drehmomentübertragung bei einer vergrößerten Freiheit in der Werkstoffauswahl für Wellenrohr und Nocken bzw. Lagersitze möglich wird.

20 Die Lösung hierfür besteht in einer gebauten Nockenwelle, die sich dadurch auszeichnet, daß das Material der Längsabschnitte des Wellenrohres einer plastischen Verformung unterzogen wird, während das Material der Elemente den Zustand einer überwiegend elastischen Verformung annimmt. Auf diese
25 Weise werden ohne thermische Verfahrensschritte Festsitze erzeugt, die eine Drehmomentübertragung zulassen, die bis zu 80 % der Torsionsfestigkeit der Welle erreicht. Als Wellenwerkstoff können dabei relativ geringwertige Materialien wie St 35 bis St 52 verwendet werden, während für die Nocken und Lagersitze Werkstoffe großer Festigkeit zum Einsatz kommen können. Das
30 Fügen beeinträchtigt die Materialwerte beider Werkstoffe nicht. Da die Herstellung der Verbindung ohne äußere Wärmezufuhr erfolgt und auch keine Wärmebehandlung zum Spannungsfreimachen erforderlich ist, tritt weder eine die Verbindung beeinträchtigende Materialstrukturveränderung noch ein Härteverlust auf. Die auftretenden Maßveränderungen beim Aufweiten sind -
35 anders als bei einer Wärmebehandlung - kalkulierbar. Durch die größere Freiheit der Werkstoffwahl für die Elemente kann eine verbesserte Anpassung des Nockenmaterials an unterschiedliche Belastungen vorgenommen werden.

Es sind hierbei Nocken und Lagersitze aus unterschiedlichen Materialien einsetzbar, ohne daß die notwendige Drehmomentübertragung gefährdet ist. Geeignete Verfahren und Vorrichtungen zum hydraulischen Aufweiten einzelner Längsabschnitte sind einfach und kostengünstig darzustellen im Vergleich mit dem Aufweiten einer Welle durch Einpressen eines Kunststoffs. In weiterhin vorteilhafter Weise verbleibt nach dem erfindungsgemäßen Verfahren der Innenquerschnitt des Wellenrohres offen, um auf diese Weise eine Wellenkühlung und Innenschmierung der Lagersitze zu ermöglichen. Die erfindungsgemäße Welle baut leicht und kann bei entsprechender Berücksichtigung der Fügevorgänge ohne nachgeordnete Schleifvorgänge der Nocken oder Lagersitze fertiggestellt werden. Die Darstellbarkeit geringer Abstände der festzulegenden Elemente und an die Funktion spezifisch angepaßte Werkstoffe ermöglichen größere Freiheiten bei der entsprechenden Zylinderkopfkonstruktion.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird insbesondere dann optimal dargestellt, wenn die Differenz U_{\min} zwischen Wellenaußendurchmesser d_a und Elementinnendurchmesser D_i vor dem Aufweiten zumindest das 0,9 fache des Außendurchmessers, multipliziert mit dem Quotienten aus 0,2 % - Streckgrenze R_p und Elastizitätsmodul E eingestellt wird. Bei Einstellung dieser Werte kommt es zu der gewünschten elastischen Vorspannung in der Randschicht der Durchgangsöffnung des kraftschlüssig festgelegten Elements.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird weiterhin dadurch optimal eingehalten, daß die Aufweitung des Rohres auf einer axialen Länge erfolgt, die in der Länge zumindest um 50 % und höchstens um 150 % der Wanddicke an jeder Seite über die Stirnfläche des Elements hinausgeht. Hiermit wird in vorteilhafter Weise sichergestellt, daß eine vollständige und im wesentlichen spannungsgleiche Anschmiegung der Rohrwandung an die Durchgangsöffnung des Elementes auf der gesamten Länge erfolgt, wodurch die Gefahr von Mikroschlupf verringert und die Möglichkeit von Passungskorrosion ausgeschlossen wird. Zugleich wird verhindert, daß es zu Ausbauchungen des Rohres mit Kerbwirkungen an den Stirnflächen der Elemente kommen kann. Besondere Bedingungen ergeben sich, wenn mehrere Elemente eng benachbart liegen, wie es insbesondere bei sogenannten Drei- oder Vierventilmotoren, d.h. bei einer Anordnung von drei oder vier Ventilen je Zylinder der Fall ist. Hierbei ist das erfindungsgemäße Verfahren dahingehend

abzuwandeln, daß die Aufweitung des Wellenrohres in einem zwei oder mehr Elemente überdeckenden Bereich zugleich vollzogen wird. Sofern dies nur bis zu einem Höchstmaß des freien Abstandes der Elemente bis zu 40 % der Wanddicke des Rohres erfolgt, ist ein Ausbeulen des Rohres nicht zu besorgen und ein gleichmäßiger Festsitz der verschiedenen Elemente sichergestellt.

Nach einer günstigen Ausgestaltung reicht die plastische radiale Randverformung an der Durchgangsöffnung der Elemente bei Verwendung duktilen Werkstoffs wie Stahl bis zu einer Materialtiefe, die etwa 10 bis 15 % der geringsten radialen Wanddicke der Elemente beträgt. Hierdurch werden ausreichende Verbindungskräfte erzielt, ohne daß die Festigkeit der Elemente beeinträchtigt ist. Bei harten Werkstoffen wie Guß ist eine plastische Randverformung in dieser Größenordnung nicht möglich und auch nicht erforderlich. In weiterhin günstiger Weise soll die auftretende Dehnung in der Außenzone der Elemente in tangentialer Richtung nach dem Aufweiten in der Größenordnung bis 1 % eingestellt werden, um Schäden bei zusätzlicher Belastung im Einsatz in der Oberfläche auszuschließen. Bei Verwendung duktilen Werkstoffs wie Stahl liegt der bevorzugte Wertebereich für die Dehnung zwischen 0,1 und 0,4 %, während bei spröden Werkstoffen wie Guß die Dehnungswerte zwischen 0,01 und 0,2 % liegen sollen.

In üblicher und günstiger Weise wird das erfindungsgemäße Verfahren so durchgeführt, daß zum Aufweiten im Bereich von Nocken hydraulische Innendrucke von 2000 bis 3500 bar dagegen zum Aufweiten der Welle im Bereich der dünnwandigeren Lagersitze hydraulische Innendrucke im Bereich von 1000 bis 2500 bar angewandt werden.

In einer günstigen Weiterbildung des Verfahrens ist es möglich, zwischen dem Wellenrohr und dem Element neben dem erfindungsgemäßen Kraftschluß einen Formschluß darzustellen. Hierzu ist es insbesondere möglich, das Wellenmaterial beim Umformen in zumindest eine, vorzugsweise mehrere umfangsverteilte Längsnuten in der Durchgangsöffnung des Elements einfließen zu lassen. Eine weitere Möglichkeit des Formschlusses ist durch die Ausbildung eines querschnittsgrößereren Mittenabschnittes des Elementes möglich, an den sich zu den Stirnflächen querschnittsverjüngende Abschnitte anschließen. Nach der erstgenannten Ausgestaltung ist in erster Linie die Verbesserung des dauerhaften Festsitzes unter Drehmomentbelastung

möglich, nach der zweiten Ausgestaltung wird eine gleichmäßige Flächenpressung über der Sitzlänge erzielt und der Neigung des Rohres zum Ausbauchen vor den Stirnflächen der Elemente entgegengewirkt. Neben den zu-
vorgenannten Möglichkeiten eines Makroformschlusses ist auch ein
5 Mikroformschluß dadurch möglich, daß auf der Oberfläche der Durchgangs-
öffnung der Elemente eine Hartpartikelbeschichtung vorgesehen wird, die sich
beim Verbinden in das Rohrmaterial eindrückt; eine weitere Möglichkeit eines
solchen Mikroformschlusses ergibt sich aus gezielt angebrachten
Bearbeitungsspuren, insbesondere Umfangsriefen in der Durchgangsöffnung
10 der Elemente, die sich mit den Bearbeitungsspuren des gezogenen Rohres in
der Oberfläche kreuzen und somit beim Ineinanderdrücken eine innige
Verbindung bilden.

Mit den oben aufgeführten Maßnahmen insgesamt oder zu mehreren in
15 Kombination kann der erforderliche Aufweitdruck reduziert werden. Hierdurch
ist eine Verringerung der bleibenden Formtoleranzen der Welle nach dem
Aufweiten zu erzielen. Darüber hinaus können dadurch zur Steigerung der
Lebensdauer auch harte und spröde Materialien für die Nocken verwendet
werden.

20 Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin gebaute Nockenwellen oder
dergleichen, aus einem Wellenrohr und aufgeschobenen Elementen wie
Steuernocken, Lagerringen, Zahn- oder Kogolrädern, hergestellt mittels einer
Aufweitung des Wellenrohres im Bereich der Elemente durch innere
25 Druckbeaufschlagung, insbesondere nach einem der vorhergehenden
Verfahren, bei denen das Material des Wellenrohres in den Längsabschnitten
plastisch umgeformt ist und das Material der Elemente überwiegend elastisch
verformt ist. Der Umformvorgang wird hierbei, wie im einzelnen beschrieben,
bevorzugt durch hydraulische innere Druckbeaufschlagung vollzogen.

30 Nach einer bevorzugten Weiterbildung soll das Material des Wellenrohres eine
um 25 bis 35 % geringere Zugfestigkeit gegenüber dem Material der Elemente
aufweisen. Dies begünstigt die angestrebte Art der Verbindung und ermöglicht
die Auswahl relativ weicher Wellenwerkstoffe aus Kostengründen.

35 Als Nocken können in günstiger Weise vor dem Fügen fertigbearbeitete Guß-,
Stahl- oder Sinterelemente verwendet werden, wobei Werkstoffe hoher Härte

wie z. B. Kugellagerstahl zur Erhöhung der Lebensdauer der erfindungsgemäßen Nockenwelle ausgewählt werden können, ohne daß dies die Festigkeit der Verbindung beeinträchtigt.

Die vorstehend erläuterte Erfindung ist in Anwendung des zugrundeliegenden Gedankens auch auf das Einsetzen von Hohlzapfen in Bohrungen, das Verbinden zweier Rohre mittels einer Rohrmuffe oder das Verbinden zweier ineinandergesteckter Rohrstücke sinngemäß anzuwenden. Einige Einzelheiten der Erfindung sind anhand der beigefügten Zeichnungen verdeutlicht.

Fig. 1a zeigt einen Längsschnitt durch eine Verbindungsstelle vor dem Fügen von Nocken und Rohrkörper

Fig. 1b zeigt eine Verbindungsstelle nach Fig. 1a nach dem Fügen

Fig. 1c zeigt eine Verbindungsstelle mit zwei benachbarten Elementen nach dem Fügen

Fig. 2a zeigt ein mit Längsausnehmungen versehenes Element im Längsschnitt und im Querschnitt

Fig. 2b zeigt ein Querschnittsänderungen aufweisendes Element im Längsschnitt und im Querschnitt.

In den Figuren ist jeweils das Rohr mit 1 und das aufgesetzte Element mit 2, dabei insbesondere ein Nocken mit 2a und eine Lagerbuchse mit 2b bezeichnet. Die in den Patentansprüchen und der Beschreibung angegebenen Längen und sonstigen Größen sind mit den jeweiligen Kennbuchstaben angegeben.

In Fig 1a ist dargestellt, daß vor dem Fügen zwischen dem Rohr 1 und dem Nocken 2 ein Umfangsspalt 3 vorhanden ist.

In Fig. 1b ist die Querschnittsveränderung des Rohres nach dem Fügen erkennbar, wobei insbesondere die begrenzte Länge des aufgeweiteten Rohrabschnitts 4 deutlich ist.

25.05.00

7

In Fig. 1c ist ein aufgeweiteter Rohrabschnitt 4 gezeigt, der zwei benachbarte aufgeschobene Elemente 2a und 2b überdeckt, die einen geringen freien Abstand 5 voneinander haben.

- 5 In. Fig. 2a ist ein Element mit drei umfangsverteilten Vertiefungen 6 gezeigt, während in Fig. 2b eine Durchgangsöffnung mit konisch verjüngten Endbereichen 7a, 7b dargestellt ist.

DE 85 26 272 U1

26.05.00

SCHUTZANSPRÜCHE

1. Gebaute Nockenwelle oder dergleichen aus einem Wellenrohr und
5 aufgeschobenen Elementen wie Steuernocken, Lagerringen, Zahn- oder
Kegelrädern, hergestellt mittels einer Aufweitung des Wellenrohres im Bereich
der Elemente,

dadurch gekennzeichnet,

- 10 daß das Material des einem Element zugeordneten Längsabschnittes des
Wellenrohres insgesamt plastisch umgeformt ist, während das Material des
jeweiligen Elements in der Randschicht überwiegend elastisch verformt ist.

- 15 2. Welle nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

- 20 daß das Material des Wellenrohres eine um 25 bis 35 % geringere Zugfestigkeit
 R_m gegenüber dem Material der Elemente aufweist.

3. Welle nach einem der Ansprüche 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

- 25 daß als Wellenrohr ein gezogenes - in der Oberfläche vorzugsweise
unbearbeitetes - Präzisionsrohr verwendet wird, insbesondere aus einem
Werkstoff wie St 35 bis St 52.

- 30 4. Welle nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet,

DE 86 26 272 U1

26.05.00

9

daß als Nocken Guß-, Stahl- oder Sinterelemente von großer Härte - bevorzugt vor dem Fügen fertig bearbeitet - verwendet werden, z.B. Nocken aus Kugellagerstahl.

5 5. Welle nach einem der Ansprüche 1 bis 4;

dadurch gekennzeichnet,

10 daß in der Durchgangsöffnung der Elemente eine -besondere mittels metallischer Paste gebundene - Hartpartikelbeschichtung und/oder vor dem Fügen ausgebildete Umfangsriefen vorgesehen sind.

15 6. Welle nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

dadurch gekennzeichnet,

20 daß in der Durchgangsöffnung der Elemente axial verlaufende Ausnehmungen vorgesehen sind, deren Tiefe T_i vom Grundkreis des Querschnitts gemessen 0,2 - 1 % der Wanddicke $L_{rad} R$ des Rohres entspricht.

7. Welle nach Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet,

25

daß in der Durchgangsöffnung der Elemente vorzugsweise drei axial verlaufende Ausnehmungen umfangsverteilt angeordnet sind, die in der Summe etwa 1/3 des Gesamtumfangs einnehmen.

30 8. Welle nach einem der Ansprüche 1 bis 7,

dadurch gekennzeichnet,

DE 86 26 272 U1

26.05.00

10

daß die Durchgangsöffnung der Elemente sich aus einem
querschnittskonstanten Mittelabschnitt und zumindest bezüglich des
Grundkreisbereichs sich zu den Stirnflächen hin konisch verjüngenden
5 Endbereichen besteht.

9. Weile nach Anspruch 8,

dadurch gekennzeichnet,

10

daß die Differenz U_{\min} zwischen dem Rohr-Außendurchmesser d_a und dem
Elementen-Innendurchmesser D_i an den Stirnflächen vor dem Aufweiten größer
oder gleich null ist.

DE 86 26 272 U1

25.05.00

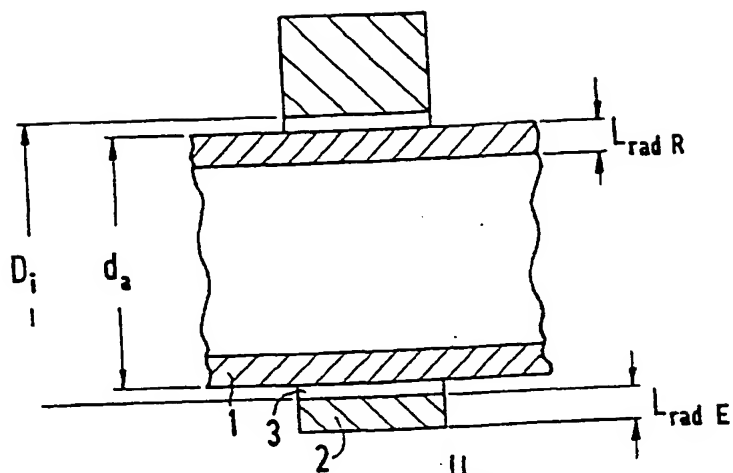


FIG 1a

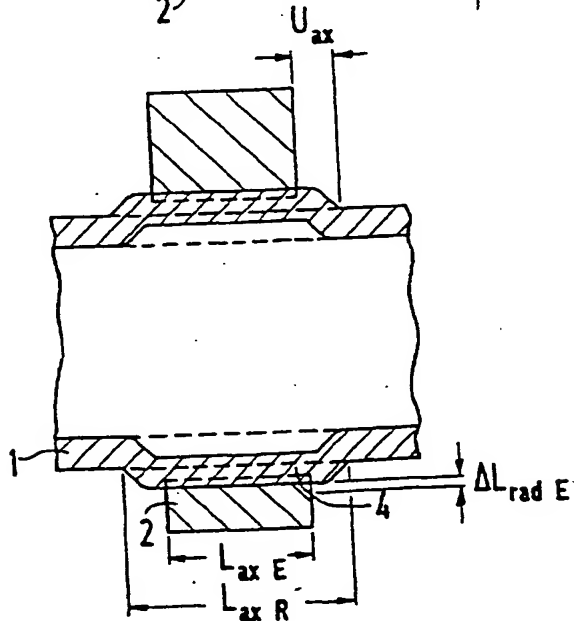


FIG 1b

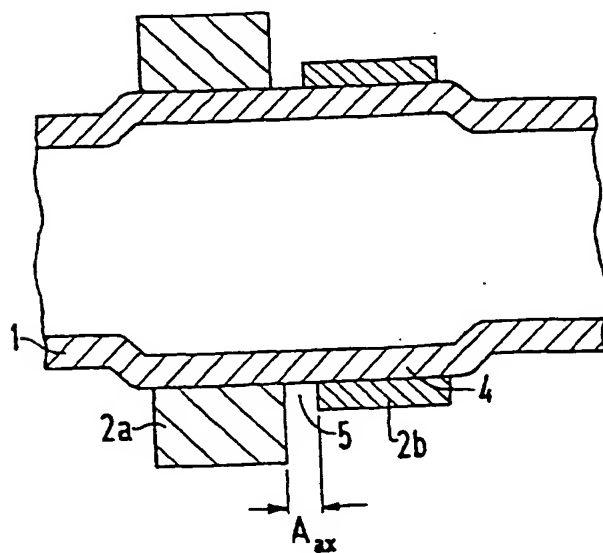


FIG 1c

DE 86 26 272 U1

28.05.00

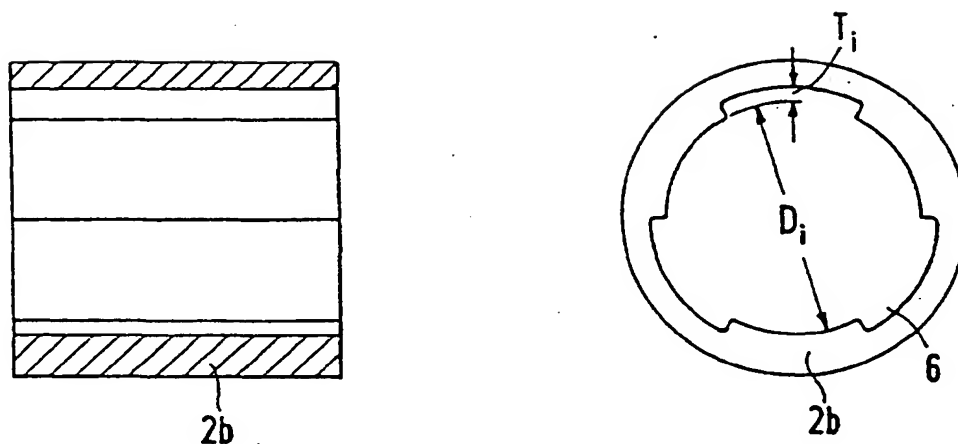


FIG 2a

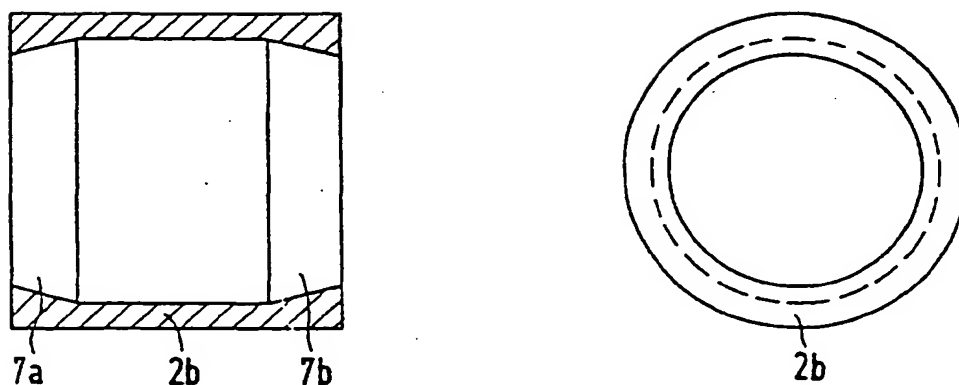


FIG 2b

DE 88 28 272 U1

THIS PAGE BLANK (USPTO)